

DOBRÁNSZKY JÁNOS – BERNÁTH ANDREA – ORBULOV IMRE

Magnézium: a fém, mely nagyon könnyű, de fontosnak találtatott (2. rész)

Dolgozatuk első részében a szerzők áttekintették a magnézium históriáját, az elsődleges metallurgiai eljárásokat, a magnézium világpiacán és hazai piacán az elmúlt 20 évben lezajlott átalakulásokat, valamint a magnézium és ötvözeinek néhány alkalmazását. A cikk második, befejező részében bemutatják a különféle magnéziumötvözeteket, további alkalmazási példákat ismertetnek, majd adatokat közölnek a magnéziumnak a tudományos kutatásban elfoglalt szerepéről.

1. A magnéziumötvözetek

A 200 éves születésnapja előtt álló magnézium [1] mint szerkezeti anyag karrierjét 1945-től számítjuk, amikor nagy lendületet vett a repülőgépgyártás és az űrkutatás, valamint a szállítási ipar. Kezdetől jelentős konkurenciával kellett megküzdenie: az alumíniumötvözetek, a titán és főleg a műanyagok alkalmazása jelentették az alternatívákat. A jó néhány kedvezőtlen tulajdonsága – csekély korrózióállóság, gyúlékonyság – ellenében, nagyban segítette a magnézium alkalmazási területének kiszélesedését a nagy tisztaságú ötvözetek (AZ91, WE43 stb.) kifejlesztése, a nyomásos öntés technológiájának specializálódása, az anódos oxidálással való felületkezelés elterjedése. A nagy tisztaságú fém előállítását az teszi lehetővé, hogy a Mg az olvadáspontja (650°C) közelében már 200 Pa nyomáson szublimál. Ugyanakkor ez a sajátosság tiltott technológiává teszi a vákuumos olvasztást. Amikor az autóipar – Ferdinand Porsche után 50 évvel –

A szerzők szakmai életrajzát előző számunkban, a cikk első részének megjelenésekor közzétettük. A cikk első és második részének megírásához az OTKA T43571 számú, „Az anizotrópia szerepének kutatása a polikristallin fémek mechanikai tulajdonságaira és ultraprecíziós forgácsolhatóságára” című kutatási támogatása is hozzájárult.

újra felfedezte a magnéziumot, új perspektíva nyílt meg előtte.

A magnéziumötvözeteket rendeltetésük szerint a következőképpen oszthatjuk fel:

- öntészeti ötvözetek (két alcsoport)
 - o jól önthető ötvözetek
 - o Mg-Al-Zn ötvözetek
- alakítható ötvözetek (hat alcsoport)
 - o Al-Zn ötvöztetésű ötvözetek
 - o Mn-ötvöztetésű ötvözetek
 - o Zr-ötvöztetésű, Th-mentes ötvözetek
 - o Zr-Th ötvöztetésű ötvözetek
 - o Ritkaföldfém-tartalmú ötvözetek
 - o Li-ötvöztetésű ötvözetek

A magnézium fő ötvözőit és azoknak a tulajdonságokra gyakorolt hatását a következők szerint lehet összegezni:

Ittrium – növeli a szilárdságot, 250-300°C-ig biztosítja a melegsziárdságot, javítja a korrózióállóságot, védőgázos technológiát igényel.

Ritkaföldfémek (RF) – Az "RF" gyűjtőjellel jelölt elemek, pl. a Ce, Nd, Gd, Pr stb. javítják az öntészeti jellemzőket, a galvánkorrózióval szembeni ellenállást, növelik a szilárdságot és a kúszáshatárt, 250°C-ig a melegsziárdságot (főleg a Nd), csökkentik a mikroporozitást. A ritkaföldfémekhez szorosan véve a 14 lantanoi-

da és a lantán tartozik, de praktikus megfontolásból gyakran ide sorolják a La „felső” szomszédait, a Sc-ot és az Y-t is [2].

Cirkon – Növeli a szilárdságot, javítja az önthetőséget, a rezgésekkel szembeni ellenállást, szemcsefinomító hatású.

Ezüst – Ritkán (a ritkaföldfémekkel és a Th-mal együtt) alkalmazott ötvöző, szilárdságnövelő hatású.

Tórium – 350°C-ig biztosítja a kúszásállóságot, csökkenti a ridegséget és a mikroporozitási hajlamot (különösen a Zn-tartalmú ötvözetekben).

Cink – Növeli a szilárdságot és csökkenti a képlékenységet, szemcsefinomító hatású, javítja az önthetőséget, 5,5% feletti mennyiségben csökkenti a mikroporozitást.

2. Öntészeti ötvözetek

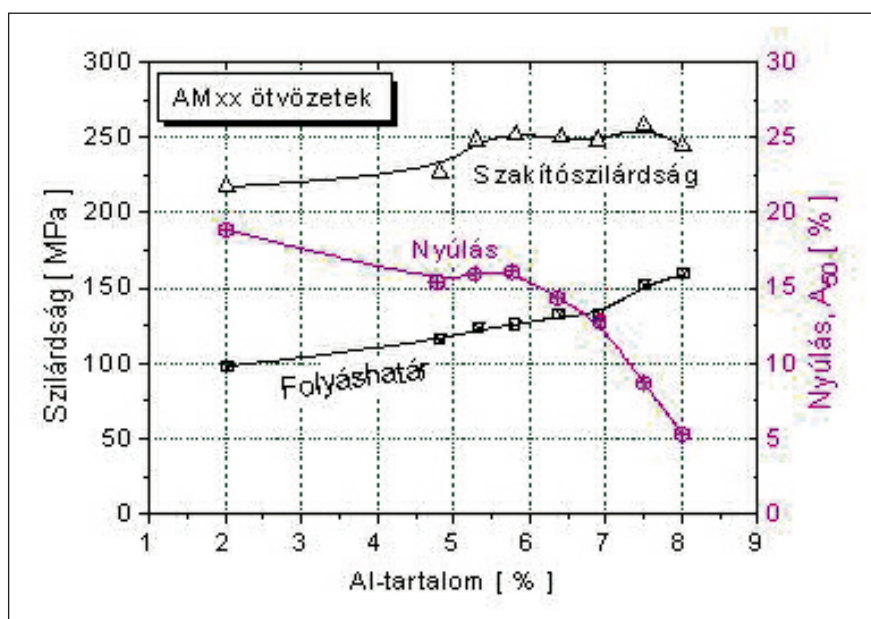
2.1. Jól önthető ötvözetek*

A jól önthető magnéziumötvözetek csoportjába tartozó típusok ötvözőelemei a ritkaföldfémek, a Th, az Ag és a Zr. Ezek a típusok kiváló öntészeti tulajdonságokkal bírnak, és jól hegeszthetők. Számos magnéziumtípusnak képezi az alapját a 0,6-0,7% körüli Zr-tartalmú ötvözet. Ha Zr-mal ötvözik a Mg-t, akkor néhány más ötvöző nem adható a rendszerbe, mivel azokkal a gyártási hőmérsékleten, ill. az olvasztás során a Zr oldhatatlan intermetallikus fázisokat képez. Ezek a „tilalmas” ötvözők az Al, Si, Fe, Mn, H, Co, Ni, Sb, Sn.

Mg-Zr-Zn-RF ötvözetek

Kiváló öntészeti tulajdonságú ötvözetek lévén nagyon bonyolult alkatrészek

* MSZ EN 1753:1999 „Magnézium és magnéziumötvözetek. Magnéziumötvözetből gyártott tömbök és öntvények”, „Magnézium és magnéziumötvözetek”, MSZ EN 1753:1999 „Magnéziumötvözetből gyártott anódok, tömbök és öntvények. Jelölési rendszer”, MSZ EN 12438:1999 „Magnézium és magnéziumötvözetek. Magnéziumötvözetek öntött anódokhoz”



■ 1. ábra. Az Al-tartalom hatása Mg-Al-Mn ötvözetek mechanikai jellemzőire

1. táblázat. Mg-ötvözetek kúszása

Típus	100°C		150°C		200°C
	50 MPa	100 MPa	30 MPa	50 MPa	30 MPa
AZ91	0,07	0,55	0,25	1,20	-
AS41	-	-	-	0,33	0,55
AS21	-	0,35	0,12	0,16	0,29
AE42	0,05	0,28	0,09	0,15	0,18
AM60	0,07	0,97	0,45	1,25	-
AM20	0,04	-	0,16	0,35	-

gyártására is alkalmasak. A ritkaföldfémek miatt kicsi az eutektikus hőmérséklet, s ez a porozitás ellen is kedvezően hat. A legismertebb magnéziumtípus ebben a kategóriában az RZ5 típus, amelynek melegszilárdsága az öntés utáni hőkezeléssel

150°C-ig biztosítható. Az RZ5 ötvözet névleges kémiai összetétele: Mg, 3,5-5,0% Zn, 0,4-1,0% Zr, 0,8-1,7% RF. Az európai szabványok (és az azokat angolul átvevő hazaiak) a ritkaföldfémekre nézve ezt a csoportot „Ce-ban dús” jelzővel illetik. Egyre kevésbé használják a RF-mentes típusokat (pl. ZK51), mivel azoknak rossz az önthetőségük és a hegeszthetőségük.

Mg-Zr-Ag-RF ötvözetek

Ezen ötvözetek mechanikai tulajdonságait az ismételt, több órás hőterhelések sem rontják 200°C-ig. A legelterjedtebb típus a MSR-B, amely 2,5% ezüstöt tartalmaz. Az MSR-B ötvözet névleges kémiai összetétele: Mg, 2,0-3,0% Ag, 0,4-1,0%

Zr, 2,0-3,0% RF. Költségkímélési céllal kidolgozták az 1,5% Ag és 0,07% Cu-ötvözesű típust (EQ21). Az ezüst miatt ezek a típusok érzékenyek a korrózióra, felhasználásuk csak felületkezelte állapotban lehetséges. A ritkaföldfémek közül ebben a csoportban főleg a Nd jellemző ötvöző.

Th-tartalmú ötvözetek

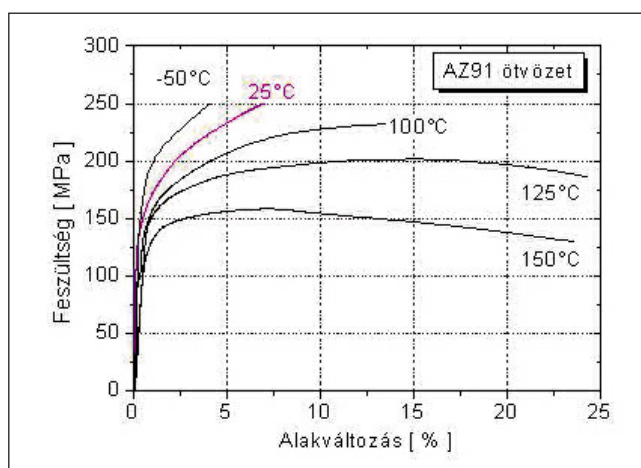
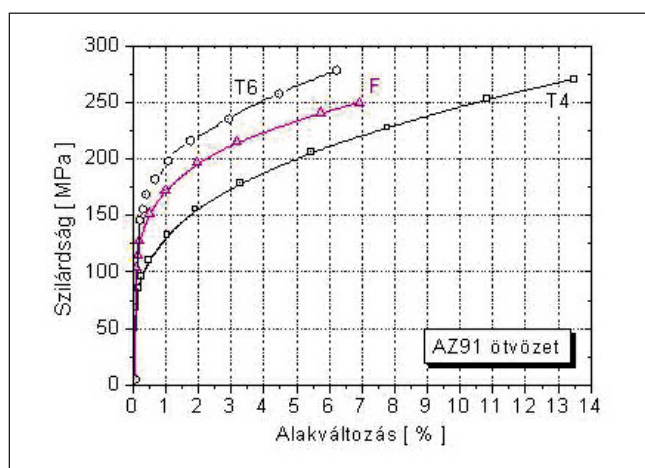
A kb. 2%-ig menő Th-ötvözes mellett a Zn-tartalom 6%-ig növelhető a mikroporozitás veszélye nélkül, de a Th radioaktivitását nem lehet figyelmen kívül hagyni. A HZ32 ötvözet 2,5-4,0% tóriumot tartalmaz, a ZH62 ötvözet pedig 1,5-2,2%-ot. A termikus fáradásnak és a kúszásnak jól ellenálló termékek alapanyagként használják fel, homokformába is jól önthető. Fő alkalmazási területük a repülőgép-hajtóművek egyes alkatrészei, ahol az Al- és a Ti-ötvözeteket képesek kiváltani. Tekintve, hogy a radioaktivitás miatt különleges megmunkálást igényel és ezért is nagyon költséges, az ittriumos típusokkal váltják fel őket. A tóriumos típusok nem is szerepelnek az EU öntészeti ötvözeteket tartalmazó szabványjaiban.

Mg-Zr-Y-RF ötvözetek

Ez az ötvözetcsoport a brit Magnesium Elektron Ltd. (MEL) fejlesztése: nagyon jó a korróziós ellenállása, eléri jó néhány alumíniumötvözetét. Kedvező mechanikai tulajdonságai az ötvözőkön kívül az extra kis szennyezőtartalomnak köszönhetőek. A WE54 és a WE43 típusok a leginkább elterjedtek, amelyek hőkezelése T6 (a többi cirkonos típus jellemző hőkezelési állapota T5). A Nd és a „nehéz” ritkaföldfémek a jellemző ötvözők. Az ittrium (amelynek

2. táblázat. Öntészeti Mg-ötvözetek

Csoport	Európai Unió		ISO	USA	Németország		Anglia		Francia.
	Hosszú jel	Rövid jel		ASTM	DIN	Régi jel	BS	Régi jel	NF
MgAlZn	EN-MBMgAl8Zn1	EN-MB21110	Mg-Al8Zn1	AZ 81	MgAl8Zn1	AZ 81	MAG 1	A8	G-A8Z
	EN-MBMgAl9Zn1(A)	EN-MB21120	Mg-Al9Zn	AZ 91	MgAl9Zn1	AZ 91	MAG 7	C,AZ91	G-A9Z1
	EN-MBMgAl9Zn1(B)	EN-MB21121	-	-	-	AZ 91	-	AZ91	-
MgAlMn	EN-MBMgAl2Mn	EN-MB21210	-	-	-	AM 20	-	-	-
	EN-MBMgAl5Mn	EN-MB21220	-	-	-	AM 50	-	-	-
	EN-MBMgAl6Mn	EN-MB21230	-	AM 60	-	AM 60	-	-	G-A6M
MgAlSi	EN-MBMgAl2Si	EN-MB21310	-	-	-	AS 21	-	-	-
	EN-MBMgAl4Si	EN-MB21320	-	AS 41	MgAl4Si1	AS 41	-	-	G-A4S1
MgZnCu	EN-MBMgZn6Cu3Mn	EN-MB32110	-	ZC 63	-	-	-	ZC63	-
MgZnREZr (Ce-dús)	EN-MBMgZn4RE1Zr	EN-MB35110	Mg-Zn4REZr	ZE 41	MgZn4SE1Zr1	RZ5	MAG 5	RZ5	G-Z4TR
	EN-MBMgRE3Zn2Zr	EN-MB65120	Mg-RE3Zn2Zr	EZ 33	MgSE3Zn2Zr1	ZRE 1	MAG 6	ZRE 1	G-TR3Z2
MgREAgZr (Nd-dús)	EN-MBMgRE2Ag2Zr	EN-MB65210	Mg-Ag3RE2Zr	QE 22	MgAg3SE2Zr1	MSR	MAG 12	MSE	G-Ag2,5
	EN-MBMgRE2Ag1Zr	EN-MB65220	-	EQ 21	-	-	MAG 13	EQ21	-
MgREYZr (Nd, Sm, Gd)	EN-MBMgY5RE4Zr	EN-MB95310	-	WE 54	-	-	MAG 14	WE 54	-
	EN-MBMgY4RE3Zr	EN-MB95320	-	WE 43	-	-	-	-	-



■ 2. ábra. A hőkezelések hatása AZ91 típusú ötvözet mechanikai tulajdonságaira, ill. a melegszi-lárdságot jellemző szakítógörbék

oldhatósága a magnéziumban 11,5 tömeg-% és nagyon megrágtja a termékeket) 250-300°C-ig biztosítja az alkalmazhatóságot.

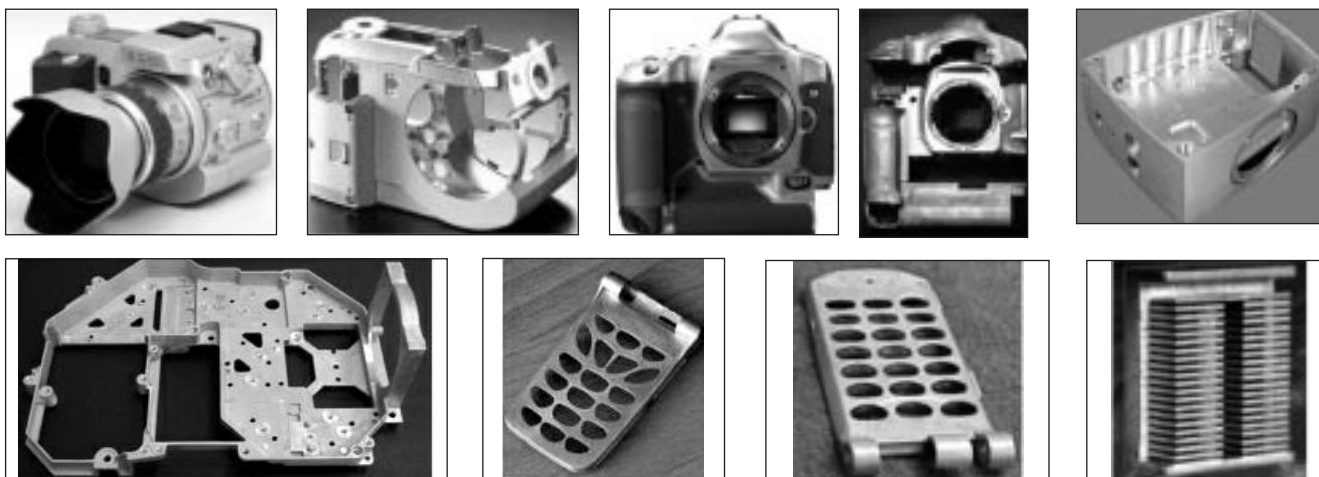
Az autóipar elsősorban az 5,2Y-1,8RF-0,5Zr-1,8Nd összetételű WE54 típust alkalmazza, amely 1000 órát meg nem haladó ideig akár 350°C-on is használható. A

nagyobb szívósságú, 250°C-on 5000 óra kúszási élettartamú WE43 típust (4,0Y-1,8RF-0,5Zr-2,2Nd) a repülőgépipar és az űrkutatási ipar céljaira fejlesztették ki.

3. táblázat. Az öntészeti Mg-ötvözetek kémiai összetétele

Csoport	EN 1753	Öntési eljárás		Al	Zn	Mn	RF	Zr	Ag	Y	Li	Si	Fe	Cu	Ni	Fe/Mn
MgAlZn	EN-MB21120	D	minimum maximum	8,3 9,5	0,35 0,9	0,15 0,50	- -	- -	- -	- -	- -	- 0,08	- 0,005	- 0,025	- 0,001	- 0,032
	EN-MB21120	S, K, L	minimum maximum	8,3 9,7	0,40 1,0	0,17 0,35	- -	- -	- -	- -	- -	- 0,20	- 0,005	- 0,030	- 0,001	- 0,032
	EN-MB21121	D, S, K, L	minimum maximum	8,0 10,0	0,3 1,0	0,1 0,6	- -	- -	- -	- -	- -	- 0,3	- 0,03	- 0,20	- 0,01	- -
MgAlMn	EN-MB21210	D	minimum maximum	1,6 2,5	- 0,20	0,33 0,70	- -	- -	- -	- -	- -	- 0,08	- 0,004	- 0,008	- 0,001	- 0,012
	EN-MB21220	D	minimum maximum	4,4 5,3	- 0,30	0,26 0,60	- -	- -	- -	- -	- -	- 0,08	- 0,004	- 0,008	- 0,001	- 0,015
	EN-MB21230	D	minimum maximum	5,5 6,4	-0,30 -	0,18 0,70	- -	- -	- -	- -	- -	- 0,08	- 0,005	- 0,008	- 0,001	- 0,021
MgAlSi	EN-MB21310	D	minimum maximum	1,8 2,5	0,20 -	0,18 0,70	- -	- -	- -	- -	- -	0,7 1,2	- 0,004	- 0,008	- 0,001	- 0,022
	EN-MB21320	D	minimum maximum	3,5 4,8	- 5,5	0,25 0,75	- -	- -	- -	- -	- -	0,5 1,2	- 0,004	- 0,008	- 0,001	- 0,022
MgZnCu	EN-MB32110	S, K, L	minimum maximum	- 0,2	6,5 3,5	- 0,15	- -	- -	- -	- -	- -	- 0,20	- 0,05	2,4 30,	- 0,01	- -
MgZnREZr	EN-MB35110	S, K, L	minimum maximum	- -	5,0 2	- 0,15	0,75 1,75	0,4 1,0	- -	- -	- -	- 0,01	- 0,01	- 0,03	- 0,005	- -
	EN-MB65120	S, K, L	minimum maximum	- -	3 -	- 0,15	2,5 4,0	0,4 1,0	- -	- -	- -	- 0,01	- 0,01	- 0,03	- 0,005	- -
MgREAgZr	EN-MB65210	S, K, L	minimum maximum	- -	0,2 -	- 0,15	2 3	0,4 1,0	2,0 3,0	- -	- -	- 0,01	- 0,01	- 0,03	- 0,005	- -
	EN-MB65220	S, K, L	minimum maximum	- -	0,2 -	- 0,15	1,5 3,0	0,4 1,0	1,3 1,7	- -	- -	- 0,01	- 0,01	0,05 0,10	- 0,005	- -
MgYREZr	EN-MB95310	S, K, L	minimum maximum	- -	0,2 -	- 0,15	1,5 4,0	0,4 1,0	- -	4,75 5,5	- 0,2	- 0,01	- 0,01	- 0,03	- 0,005	- -
	EN-MB95320	S, K, L	minimum maximum	- -	0,2 -	- 0,15	2,4 4,4	0,4 1,0	- -	3,7 4,3	- 0,2	- 0,01	- 0,01	- 0,03	- 0,005	- -

S = homokformaöntés, K = kokillaöntés, D = nyomásos öntés, L = precíziós öntés



■ 3. ábra. Mg-ötvözetek elektronikai termékekhez

2.2. Az Mg-Al-Zn ötvözetek

Az öntészeti magnéziumötvözetek előző csoportjához képest az Mg-Al-Zn ötvözeteket szélesebb körben használják, mivel jóval olcsóbbak. Összetett formák kitöltésére is alkalmasak, de önthetőségüket erősen meghatározza két körülmény: hajlamosak a mikroporozitásra és érzékenyek a falyvastagság-változásokra. Jellemző öntési technológiájuk a nyomásos öntés. Az olvadék oxidációjának csökkentésére 10 ppm körüli Be-ötvöztést alkalmaznak. A klasszikusnak számító ötvözetek nagy tisztaságú változatainál (AZ61, AZ81, AZ91) lényegesen javult a korrózióval szembeni ellenállás. Az alumínium mint fő ötvöző mind az önthetőséget,

mind pedig a szilárdságot növeli.

Mg-Al binér ötvözetek

Az alumínium maximális oldhatósága 12,7% (437°C-on). A szilárd oldat is legsűrűbb hexagonális (HCP) kristályszerkezetű, mint maga a fémmagnézium. Szobahőmérsékleten azonban az Al oldhatósága 1% alá csökken. A lehűléskor delta- és tér-közepes köbös (TKK) gamma-fázis ($Mg_{17}Al_{12}$) válik ki. A megszilárdulást az Mg-ban dús delta-dendritok képződése határozza meg.

Mg-Zn binér ötvözetek

A horgany maximális oldhatósága 6,2% (342°C-on). A szilárd oldat (alfa) a legsűrűbb, hexagonális (HCP) kristályszerkezetű. Szobahőmérsékleten a Zn oldhatósága 2% alá csökken. A horgany kissé

javítja a szívósságot, a korrózióállóságot, csökkenti az olvadáspontot és növeli az ömledék híg folyósságát. A mikroporozitási és a melegrepedési hajlam növelése miatt 3%-ban szokás maximálni a mennyiségét. Az Mg-Zn-Al rendszerben megjelenhet az $Mg_{32}(AlZn)_{49}$ típusú ternér fázis, ha az Al/Zn arány nagyobb, mint 3.

Mn-nal ötvözött típusok

A Mn hozzáadása az Mg-Al-Zn rendszerhez nem befolyásolja a mechanikai tulajdonságokat, viszont jelentősen javítja a korrózióállóságot. A Mn megszünteti a Ni és a Fe káros hatását, amelyeknek a Mg-mal reagálva létrejövő intermetallikus fázisai mikrokatódként működnek, és a környező Mg erőteljes anódos oldódását váltják ki korróziós környezetben. A mechanikai tulajdonságokat az Al-tartalom határozza meg (1. ábra). Az Al-Zn ötvöztetű Mg-ötvözetek alkalmazási határhőmérséklete nem mehet 120°C fölé.

Si-tartalmú ötvözetek

Az AS21 és AS41 ötvözetekben a szilíciumtartalom 1% körüli. A Si a Mg-mal intermetallikus fázist képez, és ezek a kiválások jelentősen javítják a kúszásállóságot.

Ritkaföldfém (RF-) tartalmú ötvözetek

Az AE42 ötvözet 4% alumíniumot és 2% ritkaföldfém-keveréket tartalmaz, amely keveréknek a belső megoszlása: 52-55% Ce, 23-25% La, 16-20% Nd és 5-6% Pr. Ezek az Al-mal Al2RE és Al4RE típusú intermetallikus fázisokat képeznek. A gyors hűtéssel gyarapítható utóbbiak különösen jelentősen gátolják a kúszási mikromechanizmusokat, s ezáltal az ötvözet kivételesen jó kúszásállósággal bír [3,4]. A különféle Mg-ötvözetek kúszási alakváltozására vonatkozó adatokat tartalmazza az 1. táblázat.

4. táblázat. Kokillaöntésű Mg-ötvözetek mechanikai tulajdonságai

Csoport	Anyag	Állapot	R_m [MPa]	$R_{p0,2}$ [MPa]	A_{50} [%]	HBW
MgAlZn	EN-MB21120	F	> 160	> 110	> 2	55 - 70
		T4	> 240	> 120	> 6	55 - 70
		T6	> 240	> 150	> 2	60 - 90
MgZnCu	EN-MB32110	T6	> 195	> 125	> 2	55 - 65
MgZnREZr	EN-MB35110	T5	> 210	> 135	> 3	55 - 70
	EN-MB65120	T5	> 145	> 100	> 3	50 - 60
MgREAgZr	EN-MB65210	T6	> 240	> 175	> 3	70 - 90
	EN-MB65220	T6	> 240	> 175	> 2	70 - 90
MgYREZr	EN-MB95310	T6	> 250	> 170	> 2	80 - 90
	EN-MB95320	T6	> 220	> 170	> 2	75 - 90

5. táblázat. Nyomásos öntésű Mg-ötvözetek mechanikai tulajdonságai

Csoport	Anyag	Állapot	R_m [MPa]	$R_{p0,2}$ [MPa]	A_{50} [%]	HBW
MgAlZn	EN-MB21120	F	200 - 260	140 - 170	1 - 9	65 - 85
MgAlMn	EN-MB21210	F	150 - 220	80 - 100	8 - 25	40 - 55
	EN-MB21220	F	180 - 230	110 - 130	5 - 20	50 - 65
	EN-MB21230	F	190 - 250	120 - 150	4 - 18	55 - 70
MgAlSi	EN-MB21310	F	170 - 230	110 - 130	4 - 14	50 - 70
	EN-MB21320	F	200 - 250	120 - 150	3 - 12	55 - 80

6. táblázat. Li-ötvöztetésű Mg-ötvözetek összetétele és mechanikai tulajdonságai szobahőmérsékleten

	Li [%]	Zn [%]	Al [%]	R _{p0,2} MPa	A ₅₀ [%]
AZ31	-	1	3	105	11
Mg-Li 1	8,6	1,09	-	135	42
Mg-Li 2	9,3	1,10	-	160	40
Mg-Li 3	10,1	1,10	-	161	39
Mg-Li 4	15,6	1,07	-	101	45

Cu-tartalmú ötvözetek

A ZC63 (6,0% Zn - 3,0% Cu - 0,5% Mn) ötvözet az észak-amerikai autógyártók kedvelt típusa. Jó öntészeti tulajdonságai miatt motorblokkokat is öntenek belőle.

2.3. Az öntészeti ötvözetek tulajdonságai

Az öntészeti Mg-ötvözetekre nagyon sok nemzeti szabvány van forgalomban. Gyakori, hogy egy adott országon belül több szabvány is érvényes, amelyek egyike mindig repülőgépipari szabvány. A különféle szabványos jelöléseket az 2. táblázat foglalja össze az itt tárgyalt ötvözetcsoportok szerint tagolva. A 3. táblázatban, hasonló bontásban szerepel a szóban forgó ötvözetek kémiai összetétele, és emellett a jellemző öntészeti eljárás jele is. A 4-5. táblázat tartalmazza a felhasználói szempontból lényeges mechanikai tulajdonságokat a kokillaöntésű és a nyomásos öntésű termékekre. A homokformába öntéssel készült termékek mechanikai tulajdonságai gyakorlatilag megegyeznek a kokillaöntésűekével.

Szembevetendő, hogy a nyúlásértékek nagyon kicsik, de ez természetes következménye a hexagonális kristályszerkezetnek. Meg kell említeni, hogy a Mg-ötvözetek esetében jelentős eltérés mutatkozik a húzó, ill. a nyomó igénybevétel esetén mért szakítószilárdság értékeiben (a folyáshatárok gyakorlatilag azonosak, pl. az egyik leggyakoribb ötvözet, az RZ5 típus szakítószilárdsága húzásra > 210 MPa, nyomásra pedig > 330 MPa).

Az öntéssel gyártott alkatrészeket az esetek döntő többségében hőkezelik, ezzel nyerik el a gyártmányok a felhasználó szempontjából jellemző mechanikai tulajdonságait (2. ábra). A hőkezeléstípusok egyezményes jelölése és jelentése a következő:

- F = öntött állapot, utólagos hőkezelés nélkül
- T4 = oldó izzítás és természetes öregítés (érlelés)
- T5 = az öntvény szabályozott hűtése +

7. táblázat. Alakítható Mg-ötvözetek, valamint a legfontosabb szabványokban alkalmazott jelölései

Csoport	Német	USA	Brit	Francia	Európa	Összetétel				Folyáshatár
	DIN 1729	ASTM	BS	AIR 9052	AECMA	Al %	Zn %	Mn %	Zr %	R _{p0,2} MPa
Mg99,8	3.5003	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MgMn2	3.5200	M1A	MAG-E-101	G-M2	-	-	-	1,6	-	150-170
MgAl2Zn	-	-	-	-	-	2,2	0,5	0,1	-	150-170
MgAl3Zn	-	AZ31C	MAG-E-111	-	-	3,0	1,0	0,1	-	150-170
MgAl3Zn	3.5312	AZ31B	MAG-E-111	G-A3 Z1	MG-P-62	3,0	1,0	0,35	-	160
MgAl6Zn	3.5612	AZ61A	MAG-E-121	G-A6 Z1	MG-P-63	6,3	1,0	0,20	-	180 - 200
MgAl8Zn	3.5812	AZ80A	-	G-A7 Z1	MG-P-61	8,0	0,5	0,20	-	200 - 230
MgZn3Zr	-	ZK30	MAG-E151	-	MG-P-43	-	3,0	-	0,6	200 - 230
MgZn6Zr	-	ZK60A	MAG-E-161	-	-	-	6,0	-	0,6	220 - 250
-	-	WE43A	-	-	-	-	-	-	0,5	155-170
-	-	WE54	-	-	-	-	-	-	0,5	190 - 220

mesterséges öregítés vagy túlóregítés (stabilizálás) lépésekből álló nemesítés

- T6 = oldó hőkezelésből + a maximális keménységre végzett mesterséges öregítésből álló nemesítés.

Magnéziumötvözetből készül számos elektronikai berendezés vázszerkezete. Az ilyen videokamerák, fényképezőgépek, hangfaldobozok, számoló és számítógépek, szkennerek, folyadékkrisztályos monitorok borítása egyetlen, erős magnézium-ötvözet vázra van felerősítve, amely teljes védelmet biztosít az elcsavarodás, ütközés és más külső behatások ellen (3. ábra).

Az egyre könnyebb, ugyanakkor nagyobb terhelhetőségű sporteszközök – teniszütők, golfütők stb., iránti igény jelentősen megnövekedett a fogyasztói társadalom kiszélesedésével. A teniszütők fejének kerete készül magnéziumból, illetve magnéziumalapú kompozitból. Az erősítőszál jelentősen növeli a merevséget, ami nem elhanyagolható szempont az ütés erősségét illetően. A jó minőségű görkorcsolyák keréktartó váza, amely a fő teherbíró elem, magnéziumötvözetből készül. A szuperkönnyű orsóval szerelt horgászboto

főleg lepkézéshez használják. A többszöri bedobás-visszatekerés közben nem elhanyagolható a bot és az orsó tömege, valamint a készség kiegyensúlyozottsága.

A kerékpársport és a kerékpáros közlekedés világszerte hihetetlen népszerűségnek örvend. Hazánk ezen a téren nem számít éppen nagyhatalomnak, de a könnyű kerékpárok iránti igény világosan érzékelhető. A jó öreg acélvázak kerékpárok vázának tömege 4-5 kg körül mozgott, és a nemesíthető Cr-Mo acélból készült korszerű típusoké is csak kivételes esetben megy 3 kg alá. Az alumíniumvázak (a 6061-es ötvözet) jellemző tömege 2,5-3,5 kg. A Mg-ötvözetű kerékpárvázak viszont jelentősen csökkentik a lendítőtömeget: 1,2-1,5 kg-ot nyomnak mindössze a latban. A szénszálas kompozitból épített – és egy vagyonba kerülő – csodák pedig nem érik el az 1000 grammot sem (4. ábra).

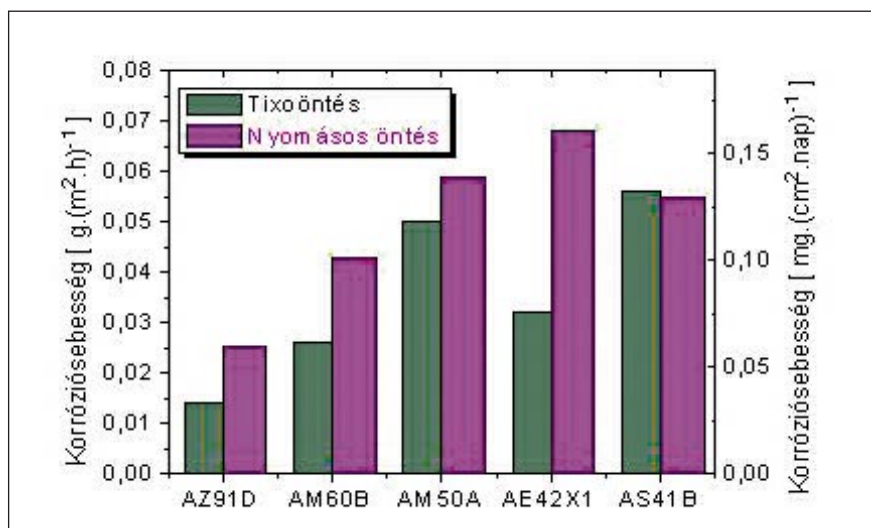
3. Alakítható ötvözetek

Al-Zn ötvöztetésű ötvözetek

Ez a csoport foglalja magába a leginkább klasszikusnak számító típusokat. Az Al-tartalom 3-8,5% között, a Zn-tartalom



4. ábra. Mg-ötvözetből készült sporteszközök



■ 5. ábra. Az öntési eljárás hatása a Mg-ötvözetek korróziójára

0,5-5,5% között változik. Az AZ31B típus a legkisebb szilárdságú, de mégis a legelterjedtebb, mivel egyedül ezek alkalmasak a hengerléssel való feldolgozásra. Mechanikai tulajdonságaik közepesnek mondhatók, viszont nagyon jól hegeszthetők. Láttuk, hogy az öntészeti ötvözetek esetében a húzó- és a nyomófolyáshatár nem tért el; az alakítható ötvözeteknél azonban fel kell hívni a figyelmet arra, hogy számos típusnál a nyomófolyáshatár csak 60-70%-a a húzásra érvényes.

A nagyobb szilárdságú AZ61A és AZ80A típusok a folytatással és a kovácsolással készülő gyártmányok alapanyagai. Ezeket alakítás után nemesítik.

Mn-ötvöztetésű ötvözetek

A Mn szilárdságnövelő hatása nem túlságosan jelentős. Ezek az ötvözetek leginkább az elektrokémiai alkalmazások, az acélok katódos védelme szempontjából érdekesek. Az M1A típus Mn-tartalma 1,6%. A HM21A típus a 0,7% Mn mellett 2% Th-t is tartalmaz; 345°C-ig melegszi-lárd, hengerelt gyűrűk és súllyesztékes kovácsolással készülő gyártmányok alapanyaga.

Zr-ötvöztetésű (Th-mentes) ötvözetek

A Zr szemcsefinomító és szemcsedurulásgátló hatású. A kis, ill. közepes Zn-tartalmú típusok hengerelhetők. Az öntészeti ötvözetek között említett RZ5 típus folytatással és kovácsolással is feldolgozható. A ZK30, ZK40A és a ZK60A ötvözetekből elsősorban rudak és csövek készülnek.

Th-tartalmú ötvözetek

A Th-mal való ötvöztetés kompatibilis a

Zr-ötvöztetéssel. A Th hozzáadásának célja a megalakíthatóság és a melegszi-lárdság növelése.

Ritkaföldfém – (RF-) tartalmú ötvözetek

Hasonlóan a tóriumhoz, ezen ötvözőkkel is a megalakíthatóság javítása. Az öntészeti ötvözeteknél már megismert WE43 és WE54 típusok képviselik a szóban forgó csoportot.

Li-tartalmú ötvözetek

A lítiummal ötvöztetett típusokra a növelt mértékű hidegalakíthatóság és a kitűnő hegeszthetőség jellemző. A hagyományos ötvözetek mélyhúzásra nem alkalmasak, de a lítiummal való ötvöztetés lehetővé teszi annak köszönhetően, hogy a 6%-nál nagyobb Li-tartalom esetén egyre nagyobb mennyiségű térközepes köbös kristályszerkezetű fázis alakul ki az ötvözetben. A taiwani Hsu-Yang Technologies Co. Ltd. Taipei (TW) három feltalálója 2002-ben nyújtott be ilyen ötvözetekre szabadalmi kérelmet az USA-ban [4]. Az általuk szabadalmaztatott anyagokból – amelyek mechanikai tulajdonságait a 6. táblázat tartalmazza – készített 0,2 mm vastag lemezek m=0,67 húzási tényezőt mértek, amely közel esik az 1100-as sorozatú alumíniumlemezek 0,55-ös és a jól mélyhúzható acéllemezek 0,45-ös húzási tényezőjéhez.

Az európai szabványosítás nem érintette azt a helyzetet, miszerint az alakítható Mg-ötvözeteket az 1950-ben alapított AECMA (European Association of Aerospace Industries) szabványai szerint tipizálják. A legfontosabb alakítható Mg-ötvözetek típusait, összetételét és folyáshatárát a 7. táblázat összegzi.

A Mg-ötvözetek egyik különlegesen fontos tulajdonsága a rezgécscillapító képesség. Míg az Al-ötvözetek csillapítóképesége csak kb. 1-2% és az öntöttvasé is csak 12-17%, a Mg-ötvözetek – mégpedig elsősorban a binér ötvözetek – a rezgések 20-66%-át képesek elnyelni (az AS21 ötvözetnél 60%, az 1% Zr-tartalmú K1A ötvözetnél 66%). Ez a kivételes adottság a nagyfokú ikresedési hajlammal magyarázható.

4. A Mg-ötvözetek korróziós jellemzői

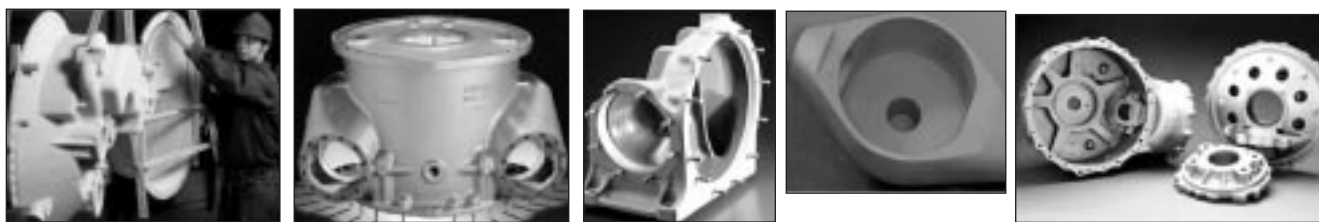
A magnéziumötvözetek korróziós viselkedését három tényező határozza meg:

- a jelentős redukálóképesség,
- a savakkal és azok sóival való nagyfokú reakcióképeség,
- az erősen negatív elektrokémiai potenciál, amely miatt más fémekkel érintkezve anódosan viselkedik.

Az ötvöző-, ill. szennyező elemek hatását tekintve szinte katasztrofálisan gyorsítja a korróziót a Fe, Ni, Co és Cu. Az Mg-Al ötvözetekben a Fe nagyon reaktív Al-Fe intermetallikus fázist(oka)t képez. Az Al, Si, Pb, Sn, Mn, Cd és kb. 3%-ig a Zn egyáltalán nem fokozza a korróziót. Sőt, a Mn, az ittrium és a Zn kifejezetten javítja a korrózióállóságot, mivel megszüntetik a szennyezők káros hatását. Ha Fe/Mn < 0,032, a korrózió veszélye nem számottevő. A korróziós folyamatok sebességét az öntési technológia is befolyásolja: a legtöbb ötvözetnél számottevően jobb a tixooöntéssel készített darabok korrózióval szembeni ellenállása, mint a nyomásos öntésűeké (5. ábra).

A magnézium felületén is védőréteg alakul ki, de ennek stabilitása nem túlzottan erős. A passzív film sérülése lyukkorróziót okoz. Az 1,5%-nál több alumíniumot tartalmazó típusok feszültségi korrózióra is érzékenyek. A galvanikus csatolás majdnem minden más fémes anyaggal a Mg galvánkorrózióját okozza, de pl. az alumínium vagy a kadmiumozott acél szinte alig fenyegeti ilyen szempontból.

A megfelelő ötvözőkkel való ötvöztetés mellett a korrózióvédelem a felületi védő oxidréteg erősítésére irányul. Eleinte a felületkezelést savas vagy semleges fürdőben való passziválás, majd festés követte, de 20-25 éve ezeket a módszereket elkezdte felváltani az anódos oxidálás, amely jóval hatékonyabbnak bizonyult. Az elterjedtebb elektrokémiai kezelések a



■ 6. ábra. Helikopteralkatrészek

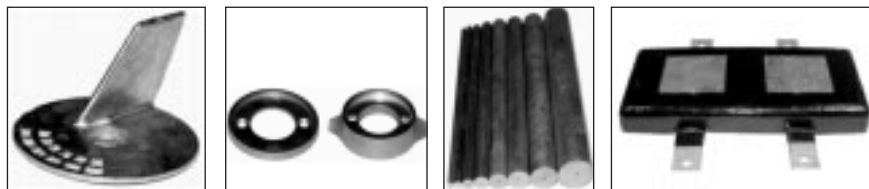
következők:

- "DOW 7" (9, 17, 19) -eljárás: savas fürdővel működik, helikopterek alkatrészeihez fejlesztette ki a Dow Chemicals);
- HAE-eljárás: bázikus fürdővel működik, az autóipar és a helikoptergyártók használják;
- MAGOXID- vagy KEPLA-eljárás: bázikus fürdő + nátrium-szilikátos réteg-tömítés;
- OXSILAN MG 0610 (AMTS-S-0610, ~11, ~12): kromátmentes szilanizálás;
- ALGAN 2, ALGAN 2M: plazmás-géles kezelés;
- ALGAN 4MAC: mikroíves kezeléssel felvitt kerámiaréteg;
- Gardobond X4707: fluoridos kezelés;
- AMTS-C-7265: speciális kompozit-bevonat;
- Alodine 5200

5. Különleges alkalmazások

Az előzőekből kitűnt, hogy a magnézium-ötvözetek korrózióval szembeni ellenállását jelentősen megnövelte a nagy tisztaságú ötvözetek gyártástechnológiájának kifejlesztése. Ez utat nyitott a repülőgép- és helikoptergyártásba való betörésnek. Az 1990-es években indított új helikopterfejlesztési programok (MD500, Apache, Eurocopter EC120, NH90, Sikorsky S92) mindegyikében jelentős szerepet kaptak a Mg-ötvözetek. A hajtóművek össztömegének átlagosan 2%-át teszik ki (az Al-ötvözetek aránya 6%). A Rolls-Royce Tay, Trent stb. hajtóművek középső burkolatának anyaga RZ5 ötvözet, az RB211 gázturbinához kapcsolódó sebességváltóké EZ33. A katonai és polgári repülőgépek számos típusánál választottak Mg-ötvözeteket, pl. a Mirage 2000 kerekei, az AlphaJet ablakkeretei, karter- és váltóházak (6. ábra).

A francia gyorsvasút a TGV első két generációs járműveiben az ülések kerete alumínium-ötvözetből készült, tömegük 26



■ 7. ábra. Magnéziumanódok

kg. Az éppen 10 éve debütált, 3. generációs TGV Duplex magnézium üléskereteinek tömege csak 14 kg, és jelentősen nőtt a rezgécstillapító hatás.

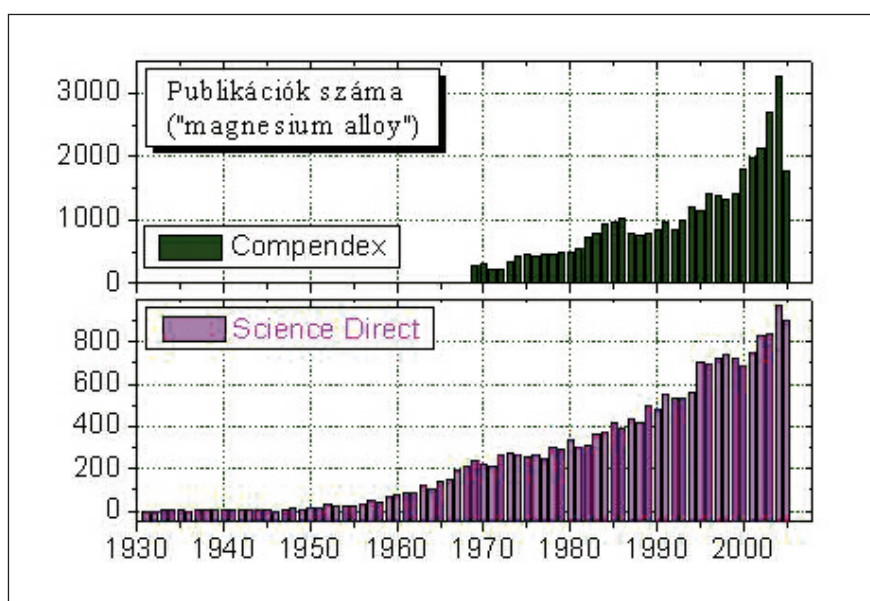
A főleg Japánban és Németországban fejlesztett, 30-40% Li-tartalmú Mg-Li ötvözetek sűrűsége nem ritkán kisebb, mint a vízé. A fejlesztések célja egyrészt nagy fajlagos ellenállású ötvözetek előállítása, másrészt pedig a jelentős tömegcsökkentés, pl. a Ferrari-BBS keréktárcsája esetében.

A magnéziumanódokat széles körben alkalmazzák a tengervízbe merülő, ill. talajba fektetett acélszerkezetek katódos védelmére. Mivel Magyarországon nem okoz problémát a tengervíz korróziós hatása, elsősorban a csővezetékek és a hőtárolós villanybojlerek korrózióvédelmi

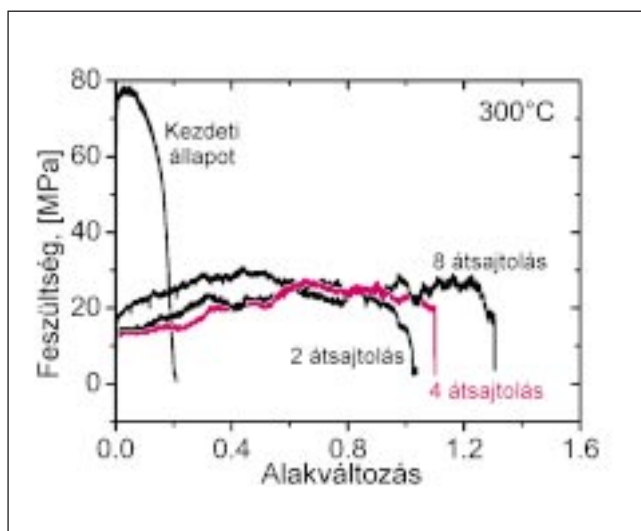
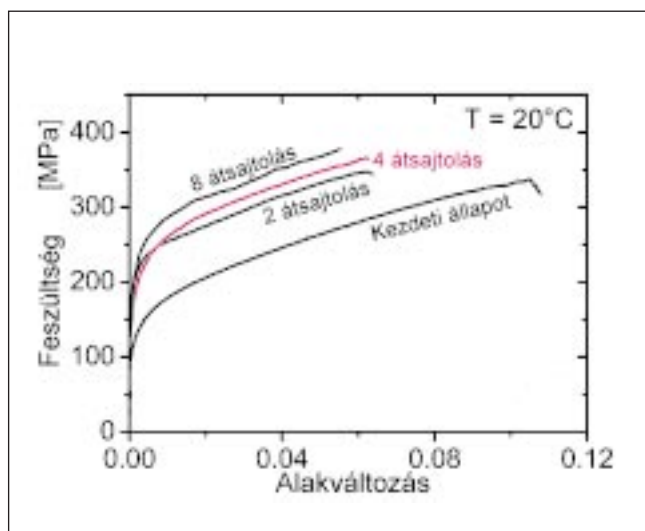
rendszereiben fordulnak elő. Jellegzetes típusaikat a 7. ábra mutatja.

6. A Mg-ötvözetek és a tudomány

A magnézium-ötvözetekről szóló tudományos publikációk számát a „magnesium alloy” keresőszavak alapján vizsgáltuk meg a két legnagyobb publikációs adatbázisban, az Elsevier kiadó folyóiratainak adatait összesítő Science Directben, valamint a jóval kiterjedtebb, a konferenciákat is figyelfő Compendexben (8. ábra). A diagramok tanúsága szerint az 1960-as években erőteljes kutatási figyelem összpontosult a Mg-ötvözetekre, de aztán a „pangás” másfél évtizede következett. Mintegy 15 éve, azon belül pedig az utób-



■ 8. ábra. A Mg-ötvözetekkel kapcsolatos tudományos publikációk számának alakulása



■ 9. ábra. Könyöksajtólással alakított Mg-ötvözet próbatetek szakítógörbéi

bi öt évben viszont jelentősen növekedik a magnéziumos publikációk száma, amely arra utal, hogy valami komoly hajtóerő működik – nyilvánvalóan ez a háttérpar új elvárásainak összessége.

A hazai szakemberek viszont meglehetősen mostohán kezelik a magnéziumot, legalábbis, ami a magyar nyelvű publikációkat illeti. A www.matarka.hu adatbázisában – amely ugyan nem egy mindenre kiterjedő adatbázis – mindössze öt műszaki vonatkozású cikk található, amelynek a magnézium is a tárgykörébe tartozik. Varga Sándor a magnéziumötvözetből készült repülőgép-alkatrészek javítóhegesztéséről írt a Hegesztéstechnika 2004. évi 2. számában. A magnézium újrahasznosítása volt a „Műszaki információ. Hulladékok és másodnyersanyagok hasznosítása” című kiadvány 2003/11-es és 2001/12-es s számának témája. Szócs Katalin a ferroötvözetekben található fémes magnézium hatóerejének meghatározásáról írt a Műszaki szemle 2001. évi 4. számában, s végül Kiss A. Sándor mutatta be a Magyar Magnézium Társaságot a Környezet és fejlődés 1992/3-as számában.

A magnéziumról a közelmúltban kiderült, hogy hidridje 7,7% hidrogént képes felvenni. A Mg-hidrid nagy stabilitása és lassú hidrogénleadása azonban gátolja a tiszta Mg akkumulátor célú felhasználását. E probléma leküzdésére fejlesztették ki kristályos és amorf változatban is a 35%

Ni-tartalmú Mg-ötvözetet, amelyben a Mg_2Ni intermetallikus fázisnak jut a főszerep a hidridképzésben [6].

Az ultrafinomszemcsés és a nanoanyagok különleges mechanikai tulajdonságainak felismerése a magnéziumra is ráirányította azokat a kutatási törekvéseket, amelyek a könyöksajtólással (ECAP) [7] előállított anyagokkal kapcsolatosak. Ezen a téren hazai kutatók is szép eredményeket értek el, amikor bemutatták, hogy pl. a szobahőmérsékleten mért folyáshatár a duplájára növekedik, 300°C-on pedig szinte szuperképlekenyen alakítható az ultrafinomszemcsés AZ91 ötvözet (9. ábra) [8].

A magnéziumról írott ismertetésünk végén feltétlenül jelezni kell, hogy az első rész megjelenése után Bódi Dezső levélben jelezte, hogy Magyarországon először 1958-ban sikerült ipari mennyiségben fémmagnéziumot előállítani. Dolomitból kiindulva, szilikotermikus-vákuumos redukációs technológiát alkalmaztak az apci Fémtermia Vállalat kísérleti üzemében. A több éves kísérleti program részletes bemutatását ígérte levélében az apci üzem akkori vezetője, Bódi Dezső.

Irodalom

[1] Brown EG: The History of Metallic Magnesium 1808-1890 (University of Salford MSc Thesis, 1972)

[2] Lundin R, Wilson JR: Rare Earth Metals Find Interesting New Uses Despite Lack of Engineering Data. <http://www.arris-intl.com/customer/Papers/remetalspaper.html>

[3] Powell B R, Rezhets V, Balogh M P, Waldo RA: Microstructure and Creep Behavior in AE42 Magnesium Die-Casting Alloy. JOM 54 (2002:8), 34-38.

[4] U.S. Patent US6893515 Manufacturing process for highly ductile magnesium alloy

[5] Colombié M et coll.: Matériaux industriels, matériaux métalliques. Dunod, Paris, 2000.

[6] Perez P, Garces G, Sommer F, Adeva P: Mechanical properties of amorphous and crystallised Mg-35 wt.% Ni. Journal of Alloys and Compounds, megjelenés alatt

[7] Krallics G, Szeles Z, Semenova I P, Dotsenko TV, Alexandrov IV: Experimental Investigations of the Al-Mg-Si Alloy Subjected to Equal-Channel Angular Pressing. in: Zehetbauer MJ, Valiev RZ (eds.): Nanomaterials by Severe Plastic Deformation, Wiley-VCH, Weinheim 2004, 183-189.

[8] Máthisa K, Gubicza J, Nam NH: Microstructure and mechanical behavior of AZ91 Mg alloy processed by equal channel angular pressing. Journal of Alloys and Compounds, megjelenés alatt

Gyászoló testvérlapunk: A MI MÚZEUMUNK

Egy műszaki lap, amely a múltat őrzi és a jelen műszaki problémáival is foglalkozik

A Mi Múzeumunk folyóirat háttérét a világ egyetlen alumíniumipari múzeuma adja. A lap öt év alatt eredményesen és tárgyilagosan tájékoztatott a hazai alumíniumipar eseményeiről, az iparág múltjáról és a nemzetközi témákról. Művészeti jellegű írásaival a lap kapcsolatot teremtett a múzeum és a város, a száraz műszaki tudomány és a művészetek között.

A Mi Múzeumunk-at a Magyar Alumíniumipari Múzeum Baráti Köre és a Magyar Alumíniumipari Múzeumért Alapítvány alapította.

A lap szerkesztőgárdája célul tűzte ki a magyar alumíniumipari szakemberek összefogását, az alumíniumipar szellemi örökségének megmentését, és a Magyar Alumíniumipari Múzeum létének, további fejlődésének támogatását és műszaki újdonságok terjesztését.

1999 januárja óta a Mi Múzeumunk folyóirat 29. száma jelent meg.

A lap, amely talán az ország egyetlen, tisztán társadalmi munkában szerkesztett, rendszeresen megjelenő, periodikus, műszaki kiadványa 2005. áprilisáig 29 számmal, 776 oldal nyomtatott szöveget jelentetett meg

Jellemző, hogy „a lapkiadási költségeket jóformán teljesen a nyomdai költségek teszik ki (esetleg ritkán fotó, vagy gépelési költségek), mert lapunk cikkírói, szerkesztőbizottsága és szerkesztője, kiadója 'társadalmi munkában', vagyis honorárium felvétele nélkül, ingyen végzik munkájukat. És gyakran a postai, a telefon- és benzinköltségeket is maguk fedezik.” írja a nemrég elhunyt felelős szerkesztő, dr. Dézsi László, aki 2005-ben bekövetkezett haláláig szerkesztette a lapot.

A lap szerkesztőgárdája a néhai Magyar Alumíniumipari Tröszt középszintű vezetőiből, a zömében külső munkatársak a tröszt és az iparági vállalatok volt szellemi dolgozóiból kerülnek ki.

A félezer cikk írói közül 16 szerző több cikkkel szerepel míg közel 80-an egy-egy kéziratral támogatták a lapot. A legszorgalmasabb munkatárs Radnai József, felelős kiadó 93 írással, öt követi dr. Dézsi László 76 cikkkel + 28 vezércikkkel, majd dr.

Klug Ottó 60 cikkel. A tíznél több írással szereplő szerzők névsorban: Harrach Walter (20), Kaptay György (22), Kovács Istvánné (17), Puza Ferenc (11), Szablyár Péter (25), Tóth Álmos (23) és Tóth István (41).

A lap indításakor elsősorban a szerkesztőbizottság tagjainak és a múzeum vezetőjének tollából jelentek meg írások, de nagyon hamar bekapcsolódtak az alumínium iparág „örégjei” és még később a fiatalabb generáció képviselői is.

A szerzők széles skálája biztosította, hogy szinte minden műszaki és történelmi irányzat véleménye megtalálható a lapban. A felelős szerkesztő toleranciáját és bölcsességét dicséri, hogy ellentétes vélemények is megjelenhettek, és vita formájában tisztázódhattak a lap oldalain. Szinte minden vélemény helyet kapott. De nem jelentek meg olyan írások, melyek a felelős szerkesztő véleménye szerint a nagy vállalatok vezetőinek rosszallását válthatták ki.

Viták leginkább a történelmi témákban voltak, ahol már az egyes szerzők emlékezete is eltérően jelenítette meg a múltat. Jót tett a vita a régi fényképeken szereplő személyek azonosításának, de néhány új eljárás elsőbbségének tisztázásának is. (Pl. Csath Béla: Szalamnderről pontosabban 21. sz. 2003) Ebből szűrhető le a jelen történések, dokumentátorok számára a szabály, hogy a fényképekhez (akár a hát-lapon is) rögzíteni kell a dátumot, a helyet, az eseményt és személyek nevét.

A Mi Múzeumunk egy másik előnye éppen az, hogy sokan – eleget téve a szerkesztőség felkérésének – sok, addig nem ismert dokumentum jellegű fényképet hoztak nyilvánosságra.

Jó lenne, ha a fényképek (és egyéb dokumentumok) közzététele tovább folyta-

tódna. Hiszen a gazdasági élet fejlődésével (visszafejlődésével) sorra szűnnek meg a magyar alumíniumipar üzei. Legalább az emléküket meg kell tartani a késői utókor számára. Legközelebb az Inotai Alumíniumkohótól búcsúzunk.

Témakörök tekintetében is széles a választék.

A cikkek legnagyobb része (32%) természetesen az alumíniumipar történelmével foglalkozik, de mindjárt utána következnek a művészettel, (elsősorban a képzőművészettel) kapcsolatos írások.

A történelmi (történeti) indíttatású cikkekből az iparág számos olyan eseményére derül fény, amiről az addig ismert szakirodalomban nem, vagy csak más megfogalmazásban esett szó. Különösen hasznosak a ma már nem létező üzemek életéről szóló írások.

Az utókor hajlamos a feledésre. Ezek az írások emléket állítanak a hőskor és a nehéz idők szereplőinek, de visszaidézik az iparágban szájról-szájra járó vidám eseményeket is. Az olvasó felismerheti saját múltjának ma már vidám eseteit, és a kíváncsi olvasó rádöbbenhet, hogy az iparág úttörőinek a nehéz időkben is volt humorérzékük. Tóth Álmos "Bauxit egypercesek" sorozata valódi kincs a lapban. De ide sorolhatjuk a jó megfigyelő képességgel megáldott Kassai F. Lászlónak az iparág vezetőiről és ismert személyiségeiről készült karikatúráit is.

Szó esik a vállalatoknál a különféle vezetési szintek közötti véleményeltérésekről, vitákról, sőt a vállalatok és a főhatóság közötti, nem mindig barátságos levélváltásokról is. A szerzők felszabadultan (hiszen legtöbbször már nyugdíjasok) írják le véleményüket, emlékeiket az elmúlt idők eseményeiről. Ízelítőt kapunk azokról az erőfeszítésekről, amik egy-egy új megoldás, vagy új üzem megvalósításához kellettek és figyelmesen olvasva a cikkeket észrevehetjük egyes vezetők (szerzők) véleményének változását is az évek múlásával.

Több írás foglalkozik – az akkor még –

egyik legnagyobb természeti kincsünkkel, a bauxittal. A felfedezésének, bányászatának, feldolgozásának számos addig nem ismert részletéről tájékoztatnak a szerzők. Közben bőséges hely jut a felfedezők és bányákat nyitó úttörők életéről szóló adatok ismertetésének is. A 2000-ben Székesfehérvárott megtartott, Ipartörténeti Nap-ot a rendezők Vadász Elemér emlékének szentelték. Ez a rendezvény a magyar bauxit egyik kiváló kutatójának szólt. Sajnos az erről készült beszámoló nem tért ki azokra az anekdotákra, amiket az előadók – anélkül, hogy ez tudományos színvonal rovására ment volna – elmondtak a hallgatóságnak.

Az ipar akkori nehézségeket jól szemlélteti, pl. Szablyár Péter Az APC sztori c. írása (1. sz. 1999 január), amelyben leírja, hogy az oly nagyra tartott nyugati cégek egyike – másika milyen trehány munkával boldogította szocialista megrendelőit, így iparágunk szakembereit is. A cikk akkor még nem írhatta le, hogy az ajkai nagynyomású öntödének bírósági folytatása is lett. A MAT-nak sajnos nem sikerült érvényesíteni jogos követeléseit. A külföldi bíróság előtt lefolytatott per végül is döntetlenre végződött. Eredmény nem volt, csak tetemes költségek.

Az üzemindítás nehézségeit szemlélte-ti Harrach Walter „A fehérkorund gyártásához vezető rögzös út” c. írása is. (25. sz., 2004. március)

Dr. Juhász Ádám Füzitői sikertörténet: folyamatos feltárás c. írása a bauxitfeltárás – akkor hazánkban új – módszerét ismerteti. (15. sz. 202. , március)

Érdekes cikksorozatban (Hogyan kezdtük a speciális timföldek gyártását Almásfüzitőn) számolt be Kaptay György az almásfüzitői erőfeszítésekről és sikerekről. (2001. 10. sz. - 2003. 22. sz. hét folytatás) Ez a cikksorozat, amelyben a szerző nem kevés humorral saját közreműködésének részletes taglalásával egy már elkötyavetyélt és lerombolt iparági üzemnek állít méltó emléket. Ennek a gyárnak a spec timföld része akár vásárolt alaptimföldből és „elex” porból ma is gazdaságosan termelhetne a régi gyár egyetlen kisebb csarnokában. A nagy Almásfüzitői Timföldgyár régi dicsőségére már csak az igazgatósági épületen található dombormű emlékeztet: „Nálunk a munka becsület és dicsőség dolga”.

Az iparág történelmével foglalkozó cikkek közül legnagyobb hányad a Székesfehé-

vári Könnyűfémű eseményeinek jutott. Ez részben abból adódott, hogy ez volt az iparág legnagyobb üzeme (egyben Európa legnagyobb félgyártmánygyára), az itt dolgozó szakembereknek volt a legnagyobb kötődése az Alumíniumipari Múzeumhoz és a Mi Múzeumunk-hoz. De adódik abból is, hogy alumíniumiparunk legérdekesebb és a nagyközönség számára legjelentősebb része a félgyártmánygyártás volt. A Köfém privatizálásával, az Alcoa tulajdonlás óta szinte nullára zsugorodott az Alcoa-Köfemből érkező írárok száma. Sajnos az új tulajdonos még a Magyar Alumíniumipari Múzeum fenntartásából is kihátrált.

Ugyancsak az iparág történetével foglalkozó írásokból ismerhetjük meg az iparág időközben megszűnt üzemi és szaklapjait, pl. a dr. Domony András által szerkesztett Magyar Alumínium c. lapot, amelyet halála után utódja, Nagy Alfréd csak néhány szám erejéig vitt tovább. Utána a folyóirat végképpen eltűnt a sajtópalettáról. Kár, mert Domony alatt az Alumínium lelkes alumíniumos szakemberek (többnyire ingyen készült) írsaiból élt. Az utána következő felelős szerkesztő a lap színvonalának emelésére hivatásos, jól fizetett újságírókat vont be. Úgy látszik az iparág szakemberei mégsem voltak olyan rosszak.

Számos műszaki és kultúrtörténeti cikk olvasható a lapban. Nagyon érdekes, és akár külön múzeumi füzetben való közlést is megérdemelne Radnai József cikksorozata: Mozaikok a timföld kultúrtörténetéből (10. sz. -tól, 2001 a 29. 2005 számig).

A művészeti témákkal foglalkozó írások (76) nagyobb része az Alumíniumipari Múzeumban folyamatosan megrendezett tárlatokkal és a kiállító művészekkel foglalkozik. A múzeum vezetősége ugyanis ezekkel a tárlatokkal akarta belopni magát az alumíniumiparhoz nem kötődő, székesfehérvári polgárok szívébe, ami nagyon jól sikerült. Ezekkel a tárlatokkal a múzeum, a város kulturális életének szerves részévé, „Székesfehérvár szellemi műhelyévé” vált, a város közönsége megszerette a múzeumot és egyre nagyobb számban látogatja rendezvényeit.

A tárlatokra jellemző, hogy zömmel ifjú művészeknek adtak megjelenítési lehetőséget, ezzel segítve az ifjú tehetségek gyorsabb kibontakozását, de a szerkesztő helyet adott a lapban más, az alumíniumhoz kötődő művészek bemutatásnak is.

Említésre méltó kiállítók (a teljesség igénye nélkül):

Basilides Sándor, Boda Balázs, Boromissza Zsolt, Búza Barna, Csik István, Demény Miklós, Démuth Ágnes, Drégely László, Eccsdi Mária, F. Nagy Edit, Horváth Ferenc, Kassai F. László, Kóbor Jenő, Kóka Ferenc, Laborcz Ferenc, Litkey György, Nagy Judit, Páll S. Enikő, Návay Ákos, Oláh Kati, Pokorny Marcella, Schaár Erzsébet, Szablyár Zsuzsanna, Szebényi Imre, Tallós Ilona, Varga Imre, Várady Sándor, Vertel Andrea, Vignali Raffael, Vilt Tibor, Yukos Hishyama, Witz Éva,

Hosszú a lista, de jellemző arra az elkötelezettségre, amit a Múzeum és a lap a kortárs képzőművészet iránt mutat.

A művészeti cikkek közül nagyon sok foglalkozik az alumínium művészeivel Drégely Lászlóval, akinek a múzeumban külön kiállító helyisége van. A Drégely cikkekből olyan képzőművésszel ismerkedhetünk meg, aki a bemutató művészet mellett irodalmi tevékenységet is kifejtett.

A lap egyik cikkéből megtudhatjuk azt is, hogy volt az iparágban olyan művész, karikaturista, aki a műszaki munkát csak kenyérkeresetnek tekintette, igazi működési területe a rajzolás és festés volt. Kassai F. László számos, a Motimban „elkövetett” alkotásáról, csak halála után derült ki az alkotó személye. A rajzokat, meghívó terveket, címlapokat sokáig a vállalat dekoratőrének tulajdonították, aki nem is tiltakozott a dicsérek ellen. (Harrach Walter: Aki művész szemmel látta a magyar timföldgyártást, 21. sz. 2003)

A Mi Múzeumunk „száraz” műszaki tartalmát jól enyhítették az egyes számokban megjelentetett versek. Ezek vagy a bányászattal, bányászokkal, vagy az évjeles eseményeivel, pl., karácsonnyal függtek össze. A versekhez a felelős szerkesztő mindig megtalálta az alkalmas grafikát, ami felhívta a figyelmet egy-egy költeményre, vagy aláhúzta annak mondanivalóját.

Magával a múzeummal, annak gondjait, örömeivel foglalkozó cikkek (57) bepillantást nyújtanak a külső érdeklődőknek, hogy mennyi tárgy húzódik meg a múzeumok raktárainak mélyén, amit nem láthatunk a vitrinekben, és mennyi munkát kíván a múzeum fenntartása, fejlesztése, aminek eredményét nem látjuk közvetlenül, és végül mennyi pénz hiányzik ahhoz, hogy egy múzeum jobban működhessen, mint ahogyan az adott pillanatban éppen működik.

A múzeumi cikkek nagyon helyesen nem csupán a saját iparági létesítményünkkel, de külföldi múzeumokkal is foglalkoznak. Mástól is lehet tanulni, de még mennyit....

A múzeumi cikkek nagy részét Kovács Istvánné, a múzeum igazgatója jegyzi, de számos írást olvashatunk látogatók, külső munkatársak tollából is. Ez valóban széleskörű, objektív tájékoztatást ad a világ egyetlen alumíniumipari múzeumáról.

A Mi Múzeumunk hat év alatt sajnos több munkatársát elvesztette.

Elment dr. Köves Elemér, Kassai F. László és 2005-ben elhunyt dr. Dézsi Lasos felelős szerkesztő.

Róla a BKL Kohászatban nekrológ emlíkezik meg.

Dézi Lajos elkötelezettségét jellemzi a 12. számban megjelent írásának egy részlete: „...Szeretjük lapunkat és reméljük, hogy jó szolgálatot teszünk megjelentetésével a múzeumnak, hozzájárulunk a múlt ipartörténeti értékeinek feltárásához, olvasóink műveléséhez és szórakoztatásához, és ezen keresztül a „magyar ezüst”, az alumínium további sikeres jövőjének formálásához.”

A Mi Múzeumunk nemcsak műszaki vonalon, de a magyar kultúrában is meghatározó szerepet tölt be. Elismerik ezt mindazok, akik egyszer belelapoztak valamelyik számba.

Jó volna, ha az ország gazdasági és művészeti irányító embereinek is jutna legalább egyszer alkalmuk, idejük hogy

belelapozzanak a folyóirat akármelyik elmúlt, vagy éppen aktuális számába.

Kérdés, hogy ez az aktuális szám megjelenhet-e.

A lap indításakor Gerezdes János a HUNGAMOSZ elnöke, a nagy sikerű Altusz Vállalat, a Motim vezérigazgatója kijelentette, hogy „... a tagvállalatok összefogásával kívánjuk legalább ezen a színvonalon biztosítani a múzeum további jövőjét.”

A „Mi Múzeumunk” az Alumíniumipari Múzeum sajtó fóruma joggal várhatta tehát az 1996-ban a múzeumnak ígért segítséget. Ez a segítség sajnos elmaradt. A hat évet eredményesen megért lap anyagi nehézségekkel küzd és további léte bizonytalan.

■ MŰSZAKI-GAZDASÁGI HÍREK

A Kossuth Rádiónak nyilatkozott Tolnay Lajos a MAL Rt. elnöke

A nyilatkozat érdekes része volt az a közlés, hogy tavaly a villamosenergia import kontingensének korlátozása, 2004-ben pedig a szűk vételezési keresztmetszet és bizonyos mértékig a kereskedelmi előírások miatt nem tudott a MAL Rt. annyi energiát és olyan áron importálni, ami igazán olcsóvá tehetné volna az importot. A riportban elhangzott az alumíniumipar szokásos érve, hogy zsinórfogyasztóként megkülönböztetett árat érdemelne. Sajnos ezt az áramszolgáltatók hazánkban és Európában meghallgatják ugyan, de véleményüket igazában nem nagyon veszik tekintetbe.

(Kossuth Rádió, Magyarországról jövők, 2004. ápr. 19.)

Ismét a politika játékszerévé lesz a hévízi tó

A Kossuth Rádió Vasárnapi Újság c. műsorában a hévízi kórház igazgatója, Balogh László belgyógyász meglehetősen indulatos mondatokkal mesélt Hévíz történetéről, felelevenítve a bauxitbányászat korábbi korholását és felelősségre vonását. A témáról könyvet is írt.

Mondanivalójára talán válaszolnak az érdekelt szakemberek, ha érdemesnek tartják.

Az egyik kinyilatkoztatás azonban

megkérdőjelezi a szerző szakértelmét és/vagy tárgyilagosságát.

„1985-ben megszületett az a döntés, hogy Hévíz-Nyírád relációjában a teljes ügynök rendezése a Magyar Alumíniumipari Tröszt vezérigazgatójának hatáskörébe tartozik, tehát azt csinál, amit akar. Időközben megkötötték a szovjet-magyar alumíniumipari egyezséget. Nem hivatalos információk szerint ez a nyomorult nyírádi bauxit titánszennyezéseket is tartalmaz, ez pedig, tudjuk jól, kell a rakéták bevonásához; nemzetközi egyezség, a hadiipar érdeke, a Varsói Szerződés érdeke, és Magyarországon tartózkodnak még a szovjet csapatok.

Közismert tény, hogy

1. Magyarország nem szállított, ill. nem szállít bauxitot sem a Szovjetunióba, sem Oroszországba.
2. A világon számos sokkal értékesebb titán alapanyag áll rendelkezésre (Ilmenit, Rutil, tengerparti fekete homok stb.), amire jól kidolgozott feldolgozási technológiák vannak (titánsalakgyártás) Nincs oka, hogy a bauxitból azt minimális titán-dioxidot költséges eljárással próbálják kinyerni. A bauxit titántartalmának gazdaságos kinyerése már a vörösiszap titánhasznosításánál is megbukott.

További tíz évig működhet a paksi atomerőmű

Elvi hozzájárulását adta a Paksi Atomerőmű üzemidejének meghosszabbítására és a Bataapáti mellé tervezett atomhulladék-tároló megépítésére az országgyűlés környezetvédelmi bizottsága.

Az előterjesztésről 10 támogató és két elutasító szavazattal döntöttek a képviselők, négy tartózkodás mellett.

A nemmel szavazó Illés Zoltán képviselő élesen bírálta az energiapolitikai döntéshozókat az atomenergia erőltetése miatt. Szerinte ehelyett a megújuló energiaforrásokra, egyebek mellett a szél-, nap- és geotermikus energiára, valamint a biomasszára kellene összpontosítani.

A képviselő szerint az erőmű üzemidejének meghosszabbítása nélkül a kis- és közepes aktivitású nukleáris hulladékokat fogadó atomtárolóra se lenne szükség, hiszen a püspökszilágyi tároló elegendő lenne az eddig keletkezett radioaktív hulladék fogadására.

(MTI 2005. okt. 6.)

Külföldi adatbank szemlézi (referálja) lapunkat

Örömmel vettük tudomásul, hogy a FIZ Karlsruhe referátumokat közöl a BKL Kohászat egyes cikkeiről. Véletlenül szereztünk tudomást az alábbi cikk referálásáról:

"Dokument: 74

AN:1940060, TEMA, 11.04.05; Words: 368
Titel: Kína es a vilaggazdasag (szemelvenyek, különös tekintettel a montaniparra) II. resz Pillanatkepek a kina montaniparbol.

China und die Weltwirtschaft (Auszüge unter besonderer Berücksichtigung der Montanindustrie) II. Teil – Momentaufnahmen aus der chinesischen Montanindustrie. China and the world economy. Part II. (Selection, with consideration for the mining and metallurgical industry."

A FIZ (Fachzeitschrift Informationszentrum) tagja az STN International szervezetnek (The Scientific and Technical Information Network), több mint 220 adatbankkal áll kapcsolatban és kereken 400 millió iratot ismertet. A szervezet ugyancsak együttműködik az amerikai, Chemical Abstracts Service (CAS), Columbus, Ohio und der Japan Science and Technology Agency (JST), Tokio intézményekkel.

A szervezet közlései ugyan nem növelik a szerzők impact faktorát, de széles olvasottsági körük révén jelentősen hozzájárulnak az ismertett cikkek íróinak ismeretebbé tételéhez.

Hírek a Kaiser háza tájáról

A Century Aluminum Company 2004 októberében közzétette, hogy a Noranda Aluminum, Inc. céggel együtt – 50-50 %-os részarányban – kb. 23 M USD-ért megvette a Kaiser Gramercy (Louisiana) timföldgyárát és jamaikai bauxitbányáit. A csődbíróság már az év júliusában jóváhagyta a Century és Noranda ajánlatát, a Kaiser vagyona.

Kaiser közölte, hogy az eladási ár „jelentős” részét fennmaradt kötelezettségei teljesítésére fordítja.

A Gramercy timföldgyár kapacitása 1.25 Mt/év. Century és Noranda 2004-ben egyenkint kb. 500,000 tonna timföldet vásárolt a Kaiser-től havewesville-i (KY) és a New-Madrid-i (MO) kohók számára. A Century kohókapacitása három kohóban 244,000 t/év (Hawesville, KY) és 170,000 t/év (Ravenswood, WV) és 90,000 t/év (Grundartangi, Izland). A cég összes elektrolizáló kapacitása 615,000 t/év primér alumínium.

Century 49.67 % részvényhányaddal birtokolja és üzemelteti a 222,000 t/év kapacitású alukohót Mt. Holly-ban (SC). A másik rész az Alcoa Inc. társaságé, melynek székhelye Monterey-ben van.

(Monterey, CA/Houston, October 1, 2004, sajtóközlemény.)

Kaiser Aluminium két nyilatkozatot adott ki a jamaikai és ausztráliai timföldüzemek értékesítéséről a felszámolási eljárásban, amiket a csődbíróság kisebb módosításokkal elfogadott.

Az első nyilatkozat szerint az Alpart Jamaica Inc. (AJI) és a Kaiser Jamaica Corporation (KJC), fiókvállalatokban a Kaiser Aluminum & Chemical Corporation (KACC) gyakorolta tulajdonosi jogait. Az Alumina Partners of Jamaica (Alpart) tulajdonában van többek között egy jamaikai bauxitbánya és timföldgyár is. (Az előbb ismertett közlés szerint az AJI és a KJC az Alpart-ban meglévő részesedését 2004. júl. 1.-én adta el.)

A második nyilatkozat a Kaiser Alumina Australia Corporation (KAAC) and Kaiser Finance Corporation (KFC) likvidációs tervéről szól. A KACC, KAAC érdekltség részvényhányada a Queensland Alumina Limited (QAL) cégben 20%. Az előbbi cégek az ausztráliai timföldgyárát a RusAL-nak kívánják eladni.

A csődbíróság az április 13.-i meghallgatás utánra határozta el az eladás jóvá-

hagyásáról szóló döntés közlését. Ezen kívül a bíróság jóváhagyta az AJI, KJC, KAAC és KFC kizárólagossági jogának határidejét 2005. április 30.-ig, és a fennmaradó KACC vagyont 2005. június 30.-ig.

(Houston, Texas, 2005. febr. 23., Kaiser sajtóközlemény)

A felszámolás alatt lévő Kaiser üzemeknek a vevőkkel szemben fennálló kötelezettségei: Az Alcan Inc. (NYSE, TSX: AL) nyilatkozatot adott ki, hogy perrel támadja meg a Kaiser Aluminum Corporation cég és fiókvállalatai tervét (beleértve a Kaiser Aluminum & Chemical Corporation (KACC) és a Kaiser Aluminum International, Inc. (KAII) cégeket) a timföldszállítási szerződések felbontására a KACC által javasolt Alpart timföldgyárban lévő érdekltségeinek eladásával kapcsolatban.

A Kaiser cégek az USA Deleware-i csődbíróságnál töröltetni akarták a KAII és az Alcan fiókvállalat, a Pechiney Trading Company (PTC) közötti ötéves timföldszállítási szerződést.

A szerződés évi 300 kt timföld szállításáról szól a 2002-2006 időszakban.

Alcan szerint a szerződés érvényes, teljesítése kikényszeríthető, és a cég élni fog a lehetséges jogi eszközökkel.

A valószínű felperes (Alcan) 63 országban 88000 munkatársat foglalkoztat.

(Alcan sajtóközlemény, 2005.jan. 29.)

A (volt) Kaiser timföldgyár elhelyezkedése Gramercy-ben

